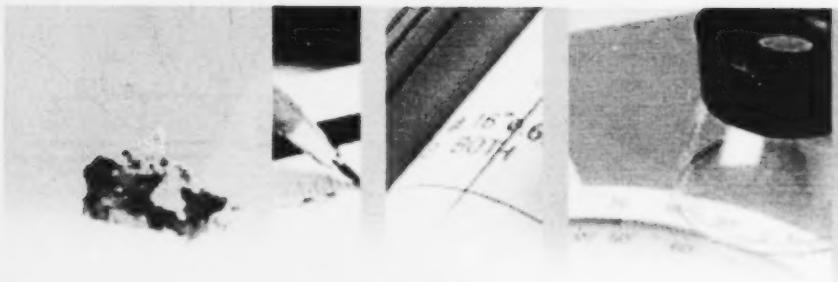


Energy Innovators Initiative

Technical Fact Sheet

Premium-Efficiency Motors

Description

Electric motor systems consume large amounts of electrical energy and can provide an opportunity for significant energy savings.

Figure 1 – Premium Efficiency Motor

Energy represents more than 97 percent of total motor operating costs over the motor's lifetime. However, the purchase of a new motor often tends to be driven by the price, not the electricity it will consume. Even a small improvement in efficiency could result in significant energy and cost savings. Investing a little more money upfront for a more efficient motor is often paid back in energy savings. Improving energy efficiency reduces greenhouse gas emissions that contribute to climate change.

Organizations should have a back-up plan in place to deal with motor failures. When a motor fails is often the best opportunity to install a more efficient motor, rather than repairing it.

Technical Specifications

Motors turn electrical energy into mechanical energy. Motor efficiency is the ratio of mechanical power output to electrical power input. In other words, motor efficiency represents the percent of input energy that is converted into useful work.

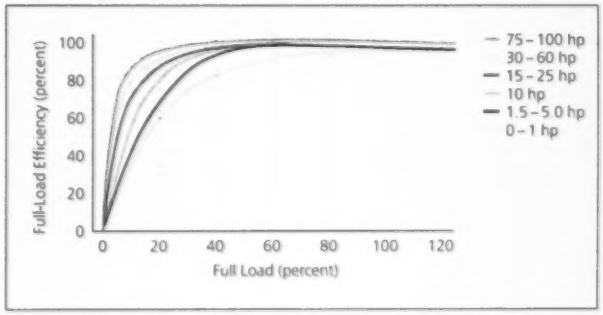
A motor's nameplate rating is based on output horsepower (hp), which is fixed for continuous operation at full load. The amount of input power needed to produce the rated horsepower will vary from motor to motor, with more-efficient motors requiring less input wattage than less-efficient models to produce the same output.

The energy consumption of a motor is determined by three factors. The relationship is as follows:

Energy Consumption = (Operating Hours x Load) ÷ Motor Efficiency

As demonstrated in the equation above, a higher level of efficiency results in an overall reduced level of consumption.

Motor efficiency varies with load. The efficiency of motors typically peaks at close to 75 percent of full load and is relatively flat down to a 50 percent load point (see Graph 1).



Most motors are operated at 60 to 75 percent of their rated capacity.

Oversized motors have a lower rate of efficiency when they are in operation. A motor that is operating at a 35 percent load is less efficient than a smaller motor that is matched to the same load.

When motors operate near their rated load, the power factor (PF) is high. For lightly loaded motors, the PF drops significantly (see Graph 2). In addition to increased electrical costs, a lower PF may reduce the building's voltage, increase electrical distribution system losses and reduce the system's capacity to deliver electrical energy.

Natural Resources Canada | Ressources naturelles Canada

Canada

Table 1 – NEMA Nominal Full-Load Efficiencies for Selected Induction Motors (600 Volts or Less)

	Horsepower	5	7.5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	125	150	200
ODP* 1200 RPM (6 Pole)**	Standard***			87.3	87.4	88.5	89.4	89.2	90.1	90.7	92.0	92.3	92.6	93.1	94.1
	Energy Efficient	87.5	88.5	90.2	90.2	91.0	91.7	92.4	93.0	93.0	93.6	94.1	94.1	94.5	94.5
	Premium Efficiency	89.5	90.2	91.7	91.7	92.4	93.0	93.6	94.1	94.1	94.5	95.0	95.0	95.4	95.4
TEFC* 1800 RPM (4 Pole)**	Standard			87.0	88.2	89.6	90.0	90.6	90.7	91.6	92.2	92.3	92.6	93.3	94.2
	Energy Efficient	87.5	89.5	89.5	91.0	91.0	92.4	92.4	93.0	93.0	94.1	94.5	94.5	95.0	95.0
	Premium Efficiency	89.5	91.7	91.7	92.4	93.0	93.6	93.6	94.1	94.5	95.4	95.4	95.4	95.8	96.2

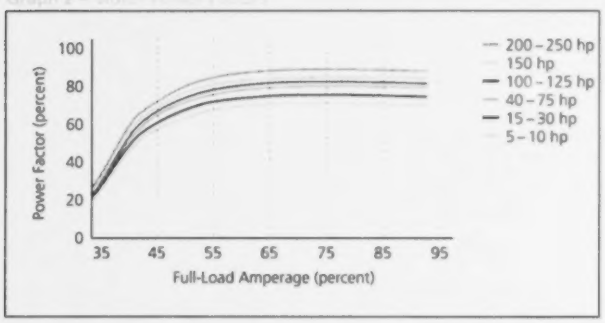
* Open drip-proof (ODP) and totally enclosed fan-cooled (TEFC) motors use different methods to remove heat from the windings.
ODP motors have an internally mounted fan that allows air to blow directly through the motor and has a cover that prevents drops of liquid from entering (suitable for protected environments).

TEFC motors use an externally mounted fan that draws air over the case to provide cooling and are designed to prevent outside air from flowing into the frame (motors can function outdoors and in dusty or contaminated environments).

** Motors are available at rated synchronous speeds that are determined by the number of poles for which the motor is wound and the frequency of the power supply. The synchronous speed is calculated from this formula: Revolutions per minute (RPM) = (120 x Frequency) ÷ Number of Motor Winding Poles. For 60-hertz frequency, the synchronous speeds are as follow: 2 poles = 3600 RPM, 4 poles = 1800 RPM, 6 poles = 1200 RPM.

*** The values are average full-load efficiency for standard motors and may be used as an estimate when the manufacturer cannot provide actual motor efficiency values. *(Source: U.S. Department of Energy)*

Graph 2 – Motor Power Factors



While motor full- and part-load PF characteristics are important, they are not as significant as efficiency. When selecting a motor, current practice is to purchase for efficiency and correct for PF.

When a motor is oversized and lightly loaded, the PF will be lower compared with a motor that is sized properly. A facility with many induction motors and a low PF may address this issue by replacing motors with premium-efficiency motors that are properly sized.

In the motor marketplace, three terms are used to label motors: "high-efficiency," "energy-efficient" and "premium-efficiency." Only the last two terms have definitions established by the National Electrical Manufacturers Association (NEMA[1]). In 1989, NEMA first developed and adopted energy-efficient performance values in its MG-1 standard (Motors & Generators-1), which was incorporated in Canada's *Energy Efficiency Regulations* in 1997 for minimum efficiency levels on certain 1-200 hp motors. In 2001, NEMA launched the NEMA Premium™ Efficiency Electric Motors Program, which covered many more motor types and sizes.

The Canadian Standards Association (CSA) developed a Canadian standard in 1993 and updated it in 1998. CAN/CSA-C390 set the requirement for minimum efficiency for new motors made or sold in Canada at the same value as the NEMA "energy-efficient" level.

Nominal efficiency levels for both "energy-efficient" and "premium-efficiency" motors for some selected types and sizes are presented in Table 1. (The entire table is available through NEMA).

Energy Information

To calculate the annual energy consumption and cost savings from replacing a motor with a higher-efficiency one, the formula in Box ① should be used.

The motor horsepower can be obtained from the nameplate, and the efficiencies for the existing and replacement motors can be obtained from manufacturers or suppliers.

The load factor in the equation must be determined by using an electrical measurement instrument when the motor is running in its normal operating mode. The equation shown in Box ② is used for three-phase motors to determine the load factor.

Most electrical measurement instruments can determine power directly. If they cannot, by measuring the voltage, current and PF, the equation in Box ③ may be used for three-phase motors to determine power. To determine the input power at full-rated load, the equation in Box ④ is used.

[1]NEMA is a trade association that establishes standards to help in the selection and application of electric motors and other electrical equipment.

Efficiency Type	Data	Horsepower							
		5	7.5	10	15	20	25	30	50
Standard Efficiency	**Efficiency at 75% Load**	84.0	86.0	88.4	89.3	90.8	90.9	91.6	91.8
	Annual Consumption (kWh)	24 978	36 595	47 469	70 486	92 428	115 408	137 432	228 554
	Annual Cost ($)	1,499	2,196	2,848	4,229	5,546	6,925	8,246	13,713
NEMA Premium-Efficiency	**Efficiency at 75% Load**	90.7	91.9	92.4	92.6	93.1	93.6	94.4	94.9
	Annual Consumption (kWh)	23 133	34 246	45 414	67 974	90 145	112 079	133 355	221 088
	Annual Cost ($)	1,388	2,055	2,725	4,078	5,409	6,725	8,001	13,265
	Annual Savings (kWh)	1 845	2 349	2 055	2 512	2 283	3 329	4 077	7 466
	Annual Savings ($)	111	141	123	151	137	200	245	448
	List Price ($)	533	724	814	996	1,294	1,700	1,771	2,751
	Purchase Price ($)	426	579	651	797	1,035	1,360	1,417	2,201
	Payback (years)	3.9	4.1	5.3	5.3	7.6	6.8	5.8	4.9

Demand savings (kW) = (hp x 0.746) x (LF) x ($1/E_{exist} - 1/E_{replace}$)
Consumption savings (kWh) = (Demand savings) x (Operating hours)

Annual cost savings = (kWh savings x kWh rate)

Where:
hp = motor nameplate horsepower
0.746 = conversion from hp to kW
LF = load factor as percent of full-rated load (e.g. 70 percent, 80 percent)
E_{exist} and $E_{replace}$ = efficiency of existing and replacement motors (in percent)

$LF = (P_i \div P_{fl})$

Where:
P_i = measured three-phase input power (in kW)
P_{fl} = input power at full-rated load (in kW)

$P_i = (V \times I \times PF \times 1.732) \div 1000$

Where:
P_i = power (in kW)
V = voltage, mean line-to-line of three phases
I = current (in A), mean of three phases
PF = power factor (in percent)

$P_{fl} = (hp \times 0.746) \div EFF$

Where:
P_{fl} = input power at full-rated load (in kW)
hp = horsepower from nameplate
EFF = efficiency at full-rated load

Caution: If energy-efficient motors are misapplied, they may not achieve predicted energy savings and may actually result in diminished performance and reduced motor life. Any motor selection must be properly engineered for its intended application. For centrifugal fans and pumps, an increase in operating speed will increase the required power by the third power of the speed ratio. For example, by increasing the speed by only 25 RPM – from 1740 to 1765 RPM – a 4.4 percent increase in the load will be placed upon a motor, i.e. $(1765 \div 1740)^3 = (1.014)^3 = 1.044$. On average, energy-efficient motors have higher full-load speeds than standard motors. When replacing a standard-efficiency motor, a high-efficiency motor with lower or equal full-load speed must be selected to avoid the energy increase that may negate the predicted energy savings resulting from a higher efficiency. To provide the correct flow, it may be necessary to adjust fan sheaves or pump-impeller diameters.

MotorMaster+ (Version 4.0) software, developed by Washington State University and funded by the U.S. Department of Energy (DOE), is a popular and free tool to calculate the savings for premium-efficiency motors. Through its comprehensive and regularly updated databases, it helps estimate the efficiency of existing motors and provides performance and price list (in U.S. dollars) of premium-efficiency motors.

Comparison

The initial cost of a premium-efficiency motor will typically be 15 to 30 percent more than an energy-efficient one.

In addition to the energy savings, premium-efficiency and energy-efficient motors offer other benefits. In general, they are of a higher quality, are more reliable, last longer, have longer warranties, run more quietly and cooly and produce less waste heat than their less-efficient counterparts.

Premium-efficiency and energy-efficient motors may be more suited for use with a variable speed drive than their standard-efficiency counterparts. (Specify "inverter rated" when purchasing a motor for use with a variable speed drive.)

Table 2 was created in 2003 to compare various-sized motors. The comparison is based on replacing an in-service standard-efficiency motor with a motor that meets the requirements for a premium-efficiency designation. All motors are 230V/460V, 1800 RPM (four poles), TEFC, general purpose, NEMA Design A or B types. Cost comparisons are based on 7500 annual hours at 75 percent of rated power (load factor = 75 percent), and a $0.06/kWh utility rate. A dealer discount of 20 percent was assumed for the purchase price.

Case Study

A three-phase, 10-hp motor running for 6000 hours per year has an efficiency of 87 percent at full load. To find the load factor, an electrician takes the following measurements:

V_{ab} = 463 V	I_a = 11.5 A	PF_a = 0.70
V_{bc} = 467 V	I_b = 11.0 A	PF_b = 0.72
V_{ca} = 459 V	I_c = 11.4 A	PF_c = 0.71

Using the equations on page 3, Boxes ① to ④, the load factor is calculated to be 75 percent, as follows:

V = (463 + 467 + 459) ÷ 3 = 463 V
I = (11.5 + 11.0 + 11.4) ÷ 3 = 11.3 A
PF = (0.70 + 0.72 + 0.71) ÷ 3 = 0.71

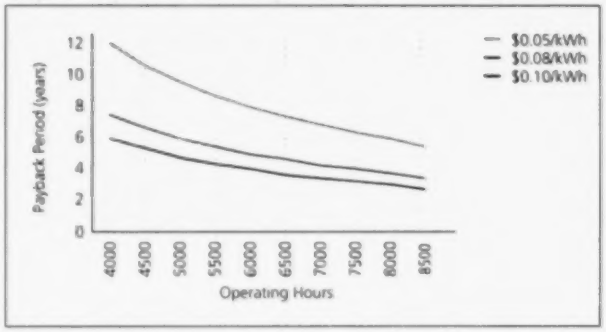
P_i = (463 x 11.3 x 0.71 x 1.732) ÷ 1000 = 6.43 kW
P_{in} = (10 x 0.746) ÷ 0.87 = 8.57 kW

LF = 6.43 ÷ 8.57 = 0.75

The manufacturer's data shows that the motor efficiency at 75 percent load is 88.4 percent efficient. The facility manager finds a premium-efficiency motor with an efficiency of 92.4 percent at 75 percent load with an installed cost of $650. The utility rate is $0.08 per kWh, and there is no demand charge. The following calculations show the payback for the replacement:

Demand savings (kW) = (hp x 0.746) x LF x $(1/E_{exist} - 1/E_{replace})$
= (10 x 0.746) x (0.75) x (1 ÷ 0.884 – 1 ÷ 0.924)
= 0.27 kW
Annual cost savings = 0.27 kW x 6000 hours x $0.08 per kWh
= $132
Payback = $650 ÷ $132
= 4.9 years

For the case study information (10 hp, efficiency gain of 4 percent), Graph 3 shows the effect of operating hours and utility rates on the simple payback when replacing a standard motor with a premium-efficiency motor.



The Energy Innovators Initiative, part of Natural Resources Canada's Office of Energy Efficiency, helps commercial businesses and public institutions improve energy efficiency and reduce greenhouse gas emissions that contribute climate change.

For more information, contact

Energy Innovators Initiative, Office of Energy Efficiency, Natural Resources Canada, 580 Booth Street, 18th Floor, Ottawa ON K1A 0E4
Tel.: 1 877 360-5500 (toll-free) • **Fax:** (613) 947-4121 • **E-mail:** info.services@nrcan.gc.ca • **Web site:** oee.nrcan.gc.ca/eii
TTY: 613-996-4397 (Teletype for the hearing-impaired)

Leading Canadians to Energy Efficiency at Home, at Work and on the Road

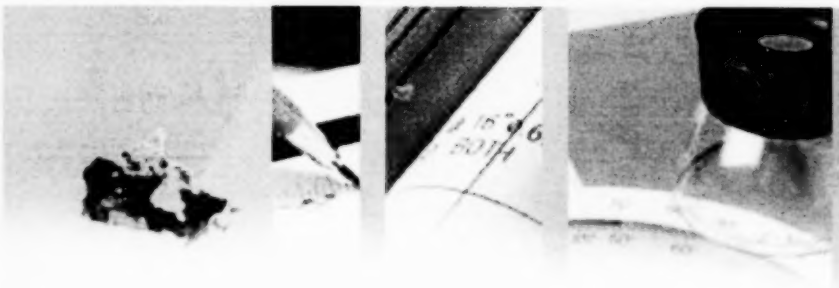
The Office of Energy Efficiency of Natural Resources Canada strengthens and expands Canada's commitment to energy efficiency in order to help address the challenges of climate change.

Canada

© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2004

Cat. No. M144-21/2003E
ISBN 0-662-35668-3
Aussi disponible en français sous le titre : Moteurs à rendement supérieur

Recycled paper



Initiative des Innovateurs énergétiques

Fiche technique

Moteurs à rendement supérieur

Description

Les systèmes de moteurs électriques consomment des quantités d'électricité importantes et présentent un potentiel d'économie d'énergie considérable.

Figure 1 – Moteur à rendement supérieur

La consommation d'énergie équivaut à plus de 97 p. 100 du coût total de fonctionnement du moteur durant sa vie utile. Or, c'est souvent le prix qui motive l'achat d'un moteur et non la quantité d'électricité qu'il consommera. Même une mince amélioration du rendement peut se traduire par des économies appréciables en matière d'énergie et de coûts. Le fait d'investir un peu plus au départ dans un moteur plus efficace génère souvent des retombées en matière d'efficacité énergétique. Améliorer l'efficacité énergétique a pour effet de réduire les émissions de gaz à effet de serre qui contribuent aux changements climatiques.

Les organisations devraient adopter des stratégies de remplacement en cas de défaillance des moteurs. Lorsqu'un moteur tombe en panne, c'est souvent l'occasion idéale d'en installer un autre plus performant au lieu de le réparer.

Caractéristiques techniques

Les moteurs transforment l'électricité en énergie mécanique. Le rendement d'un moteur s'obtient du ratio entre la puissance de sortie mécanique et l'énergie électrique consommée. Autrement dit, le rendement du moteur représente le pourcentage d'énergie absorbée convertie en travail utile.

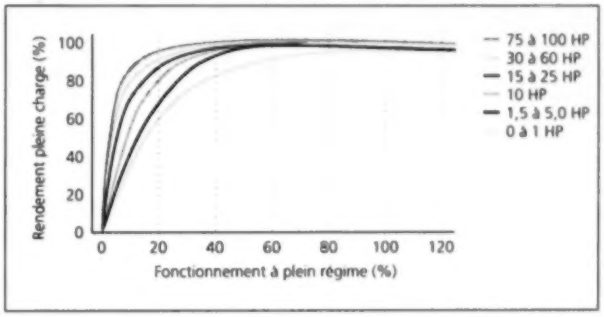
La valeur nominale du moteur indiquée sur la plaque signalétique est fonction du nombre de chevaux-puissance ou horsepower (HP) produits à partir d'un fonctionnement en continu à plein régime (ou à pleine charge). La quantité d'énergie requise pour générer la puissance nominale varie d'un moteur à l'autre, les plus performants nécessitant moins de puissance d'entrée pour donner le même rendement que les modèles moins efficaces.

On établit la consommation d'énergie d'un moteur en fonction de trois facteurs, d'après le rapport suivant :

Consommation d'énergie =
(Heures de fonctionnement x Charge) ÷ Rendement du moteur

Comme l'illustre l'équation ci-dessus, un niveau d'efficacité plus élevé équivaut, dans l'ensemble, à une baisse du niveau de consommation.

Le rendement d'un moteur varie selon la charge. L'efficacité atteint normalement son sommet à environ 75 p. 100 de son régime maximal puis s'atténue passablement au point équivalant à 50 p. 100 de sa charge (diagramme 1).



On utilise la plupart des moteurs à des niveaux variant entre 60 et 75 p. 100 de leur puissance nominale.

Les moteurs surdimensionnés affichent un faible taux de rendement lorsqu'ils tournent. Un moteur fonctionnant à un régime de 35 p. 100 sera moins efficace qu'un plus petit moteur auquel on applique une charge identique.

Quand les moteurs fonctionnent à un niveau proche de leur puissance nominale, le facteur de puissance (FP) est élevé. Pour des moteurs fonctionnant à faible régime, le FP diminue considérablement (diagramme 2). En plus de hausser les coûts d'électricité, un FP moins élevé peut abaisser la tension électrique dans le bâtiment, affaiblir le système de distribution et réduire la capacité du système à fournir l'électricité.

Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada
Canada

Tableau 1 – Rendement nominal à plein régime de moteurs à induction sélectionnés (600 volts ou moins) selon la NEMA

	HP	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	75	100	125	150	200
OP* 1 200 tr/min (6 pôles)**	**Normal*** **			87,3	87,4	88,5	89,4	89,2	90,1	90,7	92,0	92,3	92,6	93,1	94,1
	Écoénergétique	87,5	88,5	90,2	90,2	91,0	91,7	92,4	93,0	93,0	93,6	94,1	94,1	94,5	94,5
	Rendement supérieur	89,5	90,2	91,7	91,7	92,4	93,0	93,6	94,1	94,1	94,5	95,0	95,0	95,4	95,4
BAVE* 1 800 tr/min (4 pôles)**	**Normal**			87,0	88,2	89,6	90,0	90,6	90,7	91,6	92,2	92,3	92,6	93,3	94,2
	Écoénergétique	87,5	89,5	89,5	91,0	91,0	92,4	92,4	93,0	93,0	94,1	94,5	94,5	95,0	95,0
	Rendement supérieur	89,5	91,7	91,7	92,4	93,0	93,6	93,6	94,1	94,5	95,4	95,4	95,4	95,8	96,2

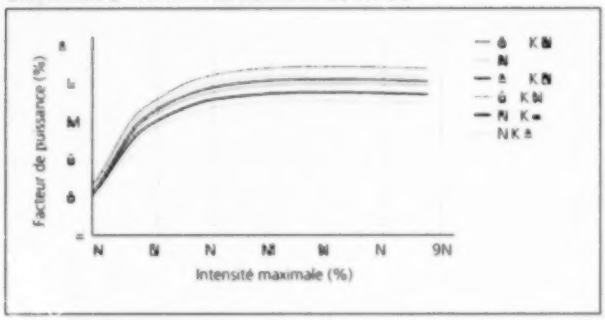
* Les moteurs ouverts protégés (OP) et les moteurs blindés avec ventilateur extérieur (BAVE) font appel à des méthodes distinctes pour évacuer la chaleur du bobinage. Les moteurs OP sont dotés d'un ventilateur interne qui favorise la poussée d'air directement dans le moteur, ainsi que d'un couvercle qui empêche la pénétration de gouttelettes de liquide (convient à un milieu abrité).

Les moteurs BAVE sont dotés d'un ventilateur fixé à l'extérieur qui souffle l'air tout autour du boîtier pour assurer le refroidissement, et ils sont conçus de manière à prévenir l'entrée d'air à l'intérieur de l'encadrement (ils peuvent fonctionner à l'extérieur et dans des milieux poussiéreux ou contaminés).

** Ces moteurs peuvent avoir des vitesses synchrones nominales établies en fonction du nombre de pôles pour lequel le moteur est bobiné et de la fréquence d'alimentation en électricité. On calcule la vitesse synchrone en utilisant la formule suivante : Tours par minute (tr/min) = (120 × Fréquence) ÷ Nombre de pôles du moteur. Pour une fréquence de 60 hertz, les vitesses synchrones sont les suivantes : 2 pôles = 3 600 tr/min, 4 pôles = 1 800 tr/min, 6 pôles = 1 200 tr/min.

*** Ces valeurs représentent le rendement moyen de moteurs normaux tournant à plein régime et peuvent servir de valeurs estimatives lorsque le fabricant ne peut fournir les valeurs de rendement actuelles des moteurs.
(Source : département de l'Énergie des É.-U.)

Diagramme 2 – Facteurs de puissance du moteur



Bien que les caractéristiques du FP à charges maximale et partielle d'un moteur soient importantes, elles comptent moins que le rendement. Quand vient le temps de choisir un moteur, la pratique actuelle veut que l'on achète pour des motifs d'efficacité et que l'on ajuste par rapport au facteur de puissance.

Dans le cas d'un moteur surdimensionné qui fonctionne à faible régime, le FP sera bas comparativement à un moteur de dimension appropriée. Dans un bâtiment où l'on retrouve plusieurs moteurs à induction et un FP bas, on corrigera la situation en remplaçant ces moteurs par des modèles à rendement supérieur de bonnes dimensions.

On retrouve sur le marché trois expressions pour décrire les moteurs : « rendement élevé », « écoénergétique » et « rendement supérieur ». Seules les deux dernières expressions ont des définitions adoptées par la National Electrical Manufacturers Association (NEMA[1]). En 1989, la NEMA a entrepris d'élaborer puis d'adopter des valeurs de rendement en matière d'efficacité énergétique dans sa norme MG-1 (moteurs et génératrices-1), laquelle a été intégrée au *Règlement sur l'efficacité énergétique* du Canada en 1997 pour fixer les niveaux d'efficacité minimale de certains moteurs de 1 à 200 HP. En 2001, l'organisme a lancé un programme sur les moteurs à rendement supérieur – le « NEMA Premium™ Efficiency Electric Motors Program » –, lequel couvre un éventail élargi de types et de gabarits de moteurs. L'Association canadienne de normalisation (CSA) a élaboré une norme canadienne en 1993, qu'elle a mise à jour en 1998. La norme CAN/CSA-C390 fixe l'exigence de rendement minimal des nouveaux moteurs fabriqués ou vendus au Canada aux mêmes valeurs que celles de la norme d'efficacité énergétique de la NEMA.

Le tableau 1 présente les niveaux de rendement nominal de certains types et gabarits de moteurs « écoénergétiques » et à « rendement supérieur ». (Le tableau complet est disponible auprès de la NEMA.)

Renseignements énergétiques

Pour calculer la consommation annuelle d'énergie et les économies relatives au remplacement d'un moteur par un autre à rendement supérieur, on peut utiliser la formule apparaissant dans l'encadré ①.

La puissance HP du moteur apparaît sur la plaque signalétique tandis que les valeurs de rendement des moteurs existants et des moteurs de remplacement s'obtiennent des fabricants ou des fournisseurs.

On doit déterminer le facteur de charge de l'équation en utilisant un instrument de mesure de l'électricité lorsque le moteur tourne à sa vitesse de fonctionnement normale. On utilise l'équation apparaissant dans l'encadré ② pour établir le facteur de charge d'un moteur triphasé.

La plupart des instruments de mesure de l'électricité peuvent déterminer la puissance sur-le-champ. Si ce n'est pas possible en mesurant la tension, l'intensité et le FP, on peut, grâce à l'équation de l'encadré ③, mesurer la puissance d'un moteur triphasé. Pour déterminer la puissance d'entrée à pleine charge nominale, on utilise l'équation de l'encadré ④.

Mise en garde : L'emploi inapproprié de moteurs écoénergétiques risque d'empêcher la réalisation des économies d'énergie escomptées et, dans les faits, peut se traduire par une baisse de performance et une durée de vie réduite du moteur. Tout choix de moteur doit être bien étudié en fonction de l'usage prévu. Dans le cas de pompes et

[1]La NEMA est une association professionnelle qui fixe des normes pour faciliter le choix et l'utilisation des moteurs électriques et d'autres appareils électriques.

Tableau 2 – Comparaison de moteurs de puissance différente

Type de rendement	Donnée	HP							
		5	7,5	10	15	20	25	30	50
Rendement normal	**Efficacité – charge de 75 %**	84,0	86,0	88,4	89,3	90,8	90,9	91,6	91,8
	Consommation annuelle (kWh)	24 978	36 595	47 469	70 486	92 428	115 408	137 432	228 554
	Coûts annuels ($)	1 499	2 196	2 848	4 229	5 546	6 925	8 246	13 713
Rendement supérieur selon la NEMA	**Efficacité – charge de 75 %**	90,7	91,9	92,4	92,6	93,1	93,6	94,4	94,9
	Consommation annuelle (kWh)	23 133	34 246	45 414	67 974	90 145	112 079	133 355	221 088
	Coûts annuels ($)	1 388	2 055	2 725	4 078	5 409	6 725	8 001	13 265
	Économies annuelles (kWh)	1 845	2 349	2 055	2 512	2 283	3 329	4 077	7 466
	Économies annuelles ($)	111	141	123	151	137	200	245	448
	Liste de prix ($)	533	724	814	996	1 294	1 700	1 771	2 751
	Price à l'achat ($)	426	579	651	797	1 035	1 360	1 417	2 201
	Délai de récupération (années)	3,9	4,1	5,3	5,3	7,6	6,8	5,8	4,9

Économies en matière de demande (kW) =
(HP x 0,746) x (FC) x (1 ÷ $E_{actuelle}$ – 1 ÷ $E_{remplacement}$) 1
Économies de consommation (kWh) =
(Économies en matière de demande) x (Heures de fonctionnement)

Économies de coûts annuels = (Économie en kWh x tarif au kWh)

Références :
HP = selon la plaque signalétique du moteur
0,746 = conversion des HP en kW
FC = facteur de charge d'après le pourcentage de la pleine charge nominale (p. ex., 70 p. 100, 80 p. 100)
$E_{actuelle}$ et $E_{remplacement}$ = efficacité des moteurs actuels et de remplacement (en pourcentage)

$FC = (P_L \div P_{EPC})$ 2

Références :
P_L = puissance d'entrée mesurée d'un moteur triphasé (en kW)
P_{EPC} = puissance d'entrée à pleine charge nominale (en kW)

$P_L = (V \times I \times FP \times 1,732) \div 1\,000$ 3

Références :
P_L = puissance (en kW)
V = tension (composée des triphasés)
I = intensité moyenne (des triphasés)
FP = facteur de puissance (en pourcentage)

$P_{EPC} = (HP \times 0,746) \div EPC$ 4

Références :
P_{EPC} = puissance d'entrée à pleine charge nominale (en kW)
HP = selon la plaque signalétique
EPC = efficacité à pleine charge nominale

de ventilateurs de type centrifuge, une augmentation de la vitesse de fonctionnement fera croître la demande en énergie par la troisième puissance du rapport des vitesses. Par exemple, en augmentant la vitesse de seulement 25 tr/min – soit de 1 740 à 1 765 tr/min – on augmentera de 4,4 p. 100 la charge appliquée au moteur, c'est-à-dire $(1\,765 \div 1\,740)^3 = (1{,}014)^3 = 1{,}044$. En moyenne, les moteurs éconergétiques atteignent, à plein régime, des vitesses supérieures à celles des moteurs ordinaires. En remplaçant un moteur d'efficacité normale, on doit choisir un moteur qui, à plein régime, tourne à des vitesses inférieures ou égales afin d'éviter qu'une trop grande consommation d'électricité vienne annuler les économies escomptées devant découler d'un rendement accru. Pour assurer un flux adéquat, il peut être nécessaire d'ajuster les réas ou le diamètre des rotors de pompe.

Le logiciel MotorMaster+ (version 4.0) a été conçu par la Washington State University et financé par le département américain de l'Énergie. Outil populaire et gratuit, il sert à calculer les économies réalisées avec des moteurs à rendement supérieur. Par l'entremise de bases de données complètes et mises à jour régulièrement, le logiciel permet d'évaluer l'efficacité des moteurs existants et présente les niveaux de rendement et les prix (en dollars US) des moteurs à rendement supérieur.

Comparaison

Le coût initial d'un moteur à rendement supérieur sera normalement de 15 à 30 p. 100 plus élevé que celui d'un moteur éconergétique.

Outre les économies d'énergie, les moteurs à rendement supérieur et éconergétiques procurent d'autres avantages. Ils sont généralement de meilleure qualité, plus fiables, plus durables, garantis plus longtemps, plus silencieux et moins chauds en période de fonctionnement, et ils occasionnent moins de pertes de chaleur que leurs contreparties moins efficaces.

Dans le cas d'entraînements à vitesse variable, des moteurs à rendement supérieur et éconergétiques pourraient être préférables à leurs équivalents d'efficacité normale. (Demandez un moteur muni d'un « ondulateur » au moment d'acheter un appareil prévu pour des entraînements à vitesse variable.)

Le tableau 2 a été préparé en 2003 afin de comparer des moteurs de gabarits différents. Cette comparaison est établie en fonction du remplacement d'un moteur d'efficacité normale en cours d'exploitation par un moteur répondant aux normes d'une désignation « rendement supérieur ». Tous ces moteurs ont les caractéristiques suivantes : 230 V/460 V, 1 800 tr/min (quatre pôles), BAVE, usage général, et conception NEMA de types A ou B. Les comparaisons de coûts sont basées sur un fonctionnement annuel de 7 500 heures à 75 p. 100 du régime nominal (facteur de charge = 75 p. 100), et au tarif d'électricité de 0,06 $/kWh. L'exercice présume aussi que le fournisseur accorde un rabais de 20 p. 100 à l'achat.

Étude de cas

Un moteur triphasé de 10 HP qui tourne durant 6 000 heures par année offre un rendement de 87 p. 100 à plein régime. L'électricien prend les mesures suivantes pour trouver le facteur de charge :

$V_{ab} = 463$ V	$I_a = 11{,}5$ A	$FP_a = 0{,}70$
$V_{bc} = 467$ V	$I_b = 11{,}0$ A	$FP_b = 0{,}72$
$V_{ca} = 459$ V	$I_c = 11{,}4$ A	$FP_c = 0{,}71$

En se servant des équations qui figurent dans les encadrés ① à ④ de la page 3, on détermine que le facteur de charge est de 75 p. 100, comme suit :

$V = (463 + 467 + 459) \div 3 = 463$ V
$I = (11{,}5 + 11{,}0 + 11{,}4) \div 3 = 11{,}3$ A
$FP = (0{,}70 + 0{,}72 + 0{,}71) \div 3 = 0{,}71$

$P_E = (463 \times 11{,}3 \times 0{,}71 \times 1{,}732) \div 1\,000 = 6{,}43$ kW
$P_{EPC} = (10 \times 0{,}746) \div 0{,}87 = 8{,}57$ kW

$FC = 6{,}43 \div 8{,}57 = 0{,}75$

L'Initiative des Innovateurs énergétiques, qui fait partie de l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada, aide les entreprises commerciales et les institutions publiques à améliorer leur efficacité énergétique et à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre qui contribuent aux changements climatiques.

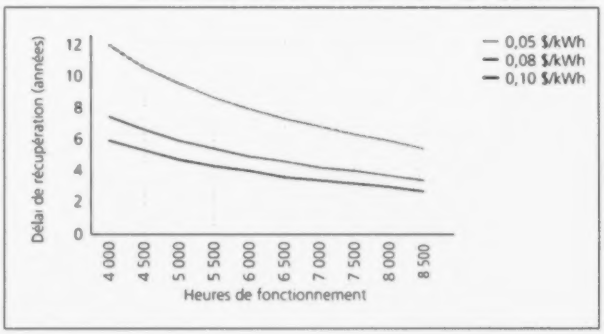
Les données du manufacturier démontrent qu'à 75 p. 100 de sa charge, le moteur est efficace à 88,4 p. 100. Le gestionnaire des installations déniche un moteur à rendement supérieur avec un taux d'efficacité de 92,4 p. 100, à 75 p. 100 de sa charge et coûtant 650 $ installé. Le tarif d'électricité est de 0,08 $/kWh, sans prime de puissance. Voici les calculs démontrant le délai de récupération relatif à ce remplacement :

Économies en matière de demande (kW)
$= (HP \times 0{,}746) \times FC \times (1 \div E_{actuelle} - 1 \div E_{remplacement})$
$= (10 \times 0{,}746) \times (0{,}75) \times (1 \div 0{,}884 - 1 \div 0{,}924)$
$= 0{,}27$ kW

Économies de coûts annuels
$= 0{,}27$ kW x 6 000 heures x 0,08 $ par kWh
$= 132$ $

Récupération = 650 $ ÷ 132 $
= 4,9 années

À titre de renseignement pour cette étude de cas (10 HP, gain d'efficacité de 4 p. 100), le diagramme 3 illustre l'effet du nombre d'heures de fonctionnement et des tarifs d'électricité sur le délai de récupération, lorsqu'on remplace un moteur conventionnel par un moteur à rendement supérieur.



Pour obtenir plus de renseignements :

Initiative des Innovateurs énergétiques, Office de l'efficacité énergétique, 580, rue Booth, 18e étage, Ottawa (Ontario) K1A 0E4
Tél. : 1 877 360-5500 (sans frais) • **Téléc. :** (613) 947-4121 • **Courriel :** info.francais@rncan.gc.ca • **Site Web :** oee.rncan.gc.ca/iie
ATS : 613-996-4397 (appareil de télécommunication pour sourds)

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada renforce et élargit l'engagement du Canada envers l'efficacité énergétique afin d'aider à relever les défis posés par les changements climatiques.

Canada

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2004
N° de cat. M144-21/2003F
ISBN 0-662-75473-5
Also available in English under the title: Premium-Efficiency Motors

Papier recyclé